

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a**  
**informatiky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2010**

**Tomáš Harok**

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Řízení podpůrných služeb Elektrárny Třebovice**

**Ancillary services kontrol at the power plant  
Třebovice**

2010

Tomáš Harok

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Harok**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: **Řízení podpůrných služeb elektrárny Třebovice**  
**Ancillary services control at the power plant Třebovice**

Zásady pro vypracování:

V bakalářské práci zpracujte následující problematiku:

- o Druhy podpůrných služeb.
- o Technické podmínky Elektrárny Třebovice.
- o Legislativní rámec.
- o Ekonomické vyhodnocení pro nabídku podpůrných služeb.
- o Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- o Hradílek, Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení, VŠB-TU Ostrava 2008
- o Santarius, P.: Elektrické stanice a vedení, VŠB Ostrava 1993
- o <http://www.eru.cz/>
- o <http://www.ceps.cz/>
- o Další podle pokynů vedoucího práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Radomír Goňo, Ph.D.**

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.  
děkan fakulty

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: .....

Podpis: .....

**Poděkování:**

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Radomíru Goňovi, Ph.D. za jeho zkušené rady a připomínky. A také manželce a dětem, kteří mi po celou dobu studia byli oporou.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na druhy podpůrných služeb a detailnější rozbor u Elektrárny Třebovice. Vznik a výstavba ETB je rozdělena do několika etap - zahájení stavby v polovině roku 1931, první etapa – vybavování kotly, druhá etapa - 1938 – 1939 rozšíření o dva další vysokotlaké kotle s výkonem 70 t/h a turbosoustrojím o výkonu 23,1 MW. Další část se věnuje historii - válečnému období v letech 1939 – 1945, poválečnému období, přestavbě elektrárny na teplárnu až po současný stav ETB. V další části vysvětlují provozování přenosové soustavy, řízená Kodexem PS. Představuji jak podat žádost, legislativu, certifikace, která čeká na každého žadatele podpůrných služeb a zároveň soubor Zákonů a Vyhlášek, které žádosti provází. Závěr bakalářské práce jsem se pokusil obohatit o osobní postřehy ze známého prostředí ETB, ve kterém pracuji od roku 1992 a dovolil jsem si navrhnout řešení provozu do budoucna.

## **Klíčová slova**

Elektrárna, vysokotlaké turbíny, kombinovaná výroba tepla a elektřiny, benzonové kotle, výkon elektrárny, přenosová soustava, ČEPS, certifikace, podpůrné služby ETB, primární, sekundární a terciární regulace bloku.

## **Abstract**

This bachelor thesis focuses on the types of support services and more detailed analysis of power Třebovice. Establishment and ETB construction is divided into several phases - start construction in mid 1931, the first stage - supplying boilers, the second stage - 1938-1939 extension of two additional high-pressure boilers with output of 70 t / ha turbines 23.1 MW of power. Another part deals with history - the war years from 1939 - 1945, post-war period, the conversion plant at the heating plant to the current state of ETB. The next sections explain the operation of the transmission system, managed by the Codex PS. Envision how to apply, legislation, certification that each applicant is waiting for support services as well as a set of laws and ordinances that accompany applications. Conclusion the bachelor thesis I had tried to enrich the personal observations of ETB familiar environment, where I work since 1992 and I was allowed to propose solutions to traffic for the future.

## **Keyword**

Power station, high pressure turbine, combination production warm and electricity, benzonove kettle - drums, power station capacity, transmission system, CEPS, certification, promotive services ETB, prime, secondary and tertiary regulation block.

## Seznam symbolů a zkratek

<b>at</b> .....	atmosférický tlak
<b>bázový bod</b> .....	silová elektřina mínus vlastní spotřeba el. energie elektrárny
<b>CTZ</b> .....	cena točivé zálohy
<b>ČEPS, a.s.</b> .....	provozovatel přenosové soustavy
<b>ČSN EN</b> .....	Česká státní norma energetiky
<b>DS</b> .....	distribuční soustava
<b>ES</b> .....	elektrizační soustava
<b>ETB</b> .....	Elektrárna Třebovice
<b>GWh</b> .....	giga watt hodina
<b>K</b> .....	kotel
<b>kV</b> .....	kilo volt
<b>MPa</b> .....	Mega Pascal
<b>MVA</b> .....	Mega volt ampér
<b>MW</b> .....	Mega watt
<b>OTE</b> .....	Operátor trhu s elektřinou, a.s.
<b>ot./min.</b> .....	otáčky za minutu
<b>PNE</b> .....	podnikové normy energetiky
<b>PDS</b> .....	provozovatel distribuční soustavy
<b>PpS</b> .....	podpůrné služby
<b>PR</b> .....	primární regulace
<b>PřS</b> .....	přenosové služby
<b>PS</b> .....	přenosová soustava
<b>RZTR +</b> .....	regulační záloha kladná ( TR )
<b>RZTR –</b> .....	regulační záloha záporná ( TR )
<b>RRTR</b> .....	regulační rozsah ( TR )
<b>ŘPÚ</b> .....	řád preventivní údržby
<b>SR</b> .....	sekundární regulace
<b>SyS</b> .....	systémové služby
<b>TG</b> .....	turbogenerátor
<b>t/h</b> .....	tuna za hodinu
<b>TN</b> .....	technické normy
<b>Δ P</b> .....	odchylka činného výkonu od bázového bodu

## Obsah:

<b>1. Úvod - historie a současnost Elektrárny Třebovice .....</b>	<b>1</b>
1.1 Stavba elektrárny .....	1
1.2 První etapa výstavby .....	2
1.3 Druhá etapa výstavby .....	2
1.4 Válečné období v letech 1939-1945 .....	2
1.5 Poválečné období .....	3
1.6 Technické změny elektrárny Třebovice .....	3
1.7 Rekonstrukce elektrárny na teplárnu .....	4
1.8 Současný stav elektrárny Třebovice .....	5
<b>2. Technické parametry zařízení elektrárny Třebovice .....</b>	<b>5</b>
2.1 Parní kotel K-3, 4, 5 .....	5
Popis parního kotle K-3, 4, 5 .....	6
2.2 Parní kotel K- 12, 13, 14 .....	8
Popis parního kotle K- 12, 13, 14 .....	8
Názvosloví kotelny .....	8
2.3 Turbogenerátor TG 33 .....	10
2.4 Turbogenerátor TG 15 .....	11
2.5 Turbogenerátor TG 16.....	12
<b>3. Přenosová soustava .....</b>	<b>13</b>
3.1 Kodex přenosové soustavy .....	14
3.2 Plnění podmínek Kodexu přenosové soustavy a jejich ověřování .....	14
3.3 ČEPS .....	14
3.4 Základní podmínky pro užívání přenosové soustavy .....	15
3.4.1 Technické požadavky .....	15
3.4.2 Provoz a údržba .....	16
3.4.3 Chránění blokového vedení .....	16
3.5 Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni přenosové soustavy .....	17
3.6 Opatření pro předcházení stavům nouze a pro jejich likvidaci .....	17
3.6.1 Řízení propustnosti sítě .....	17
3.6.2 Opatření proti přetížení .....	17
3.6.3 Opatření proti poklesu a vzrůstu napětí .....	17
3.6.4 Elektrárny .....	18
<b>4. Podpůrné služby (PpS) .....</b>	<b>18</b>
4.1 Důvod vzniku PpS .....	19
4.2 Obecné požadavky na PpS .....	19
4.3 Zásady pro výběr poskytovatelů PpS .....	19
4.4 Definice PpS .....	19
4.5 Poskytování PpS v Elektrárně Třebovice .....	20
4.5.1 Primární regulace f bloku ( PR ) .....	20
4.5.2 Sekundární regulace P bloku ( SR ) .....	21
4.5.3 Tercirární regulace P bloku ( TR ) .....	21

4.6	Povinnosti poskytovatelů PpS .....	21
4.7	Podmínky pro nové zájemce o poskytování PpS .....	22
4.8	Cíle nákupu PpS .....	22
4.9	Zveřejňované informace o obchodu s Pps .....	22
<b>5.</b>	<b>Certifikace .....</b>	<b>23</b>
5.1	Autorizace .....	24
5.1.1	Podmínky pro udělování autorizace .....	24
5.1.2	Žádost o udělení autorizace .....	24
5.1.3	Zánik autorizace .....	25
5.2	Požadavky ČEPS, a.s. na Poskytovatele PpS ( PR ) .....	25
5.3	Požadavky ČEPS, a.s. na Poskytovatele PpS ( SR ) .....	25
5.4	Požadavky ČEPS, a.s. na Poskytovatele PpS ( TR ) .....	26
<b>6.</b>	<b>Měření .....</b>	<b>26</b>
6.1	Princip testu (TR)- $\Delta P$ .....	26
6.2	Vlastní měření .....	26
<b>7.</b>	<b>Legislativní rámec .....</b>	<b>27</b>
7.1	Seznam zákonů a vyhlášek .....	28
<b>8.</b>	<b>Ekonomické vyhodnocení pro nabídku podpůrných služeb .....</b>	<b>28</b>
8.1	Zpoplatnění Primární regulace ( PR ) .....	28
8.2	Zpoplatnění Sekundární regulace ( SR ) .....	28
8.3	Zpoplatnění Tercirární regulace ( TR ) .....	29
<b>9.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>30</b>
<b>10.</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>31</b>
<b>11.</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>32</b>



## 1. Úvod

# HISTORIE A SOUČASNOST ELEKTRÁRNY TŘEBOVICE

Koncem dvacátých let existovaly v oblasti střední a severní Moravy a Slezska dvě elektrárenské společnosti – Středomoravská elektrárna a.s. v Přerově a Moravsko-slezská elektrárna a.s. v Ostravě. Postupem elektrifikace Československé republiky došlo k tomu, že byly vyčerpány zálohy pro bezpečné zásobování sítí a zároveň vyčerpané kapacity elektrického výkonu vyráběného a nakupovaného v ostravských důlních elektrárnách. Začalo se tedy vážně uvažovat o stavbě vlastní elektrárny, kdy směr těmto záměrům dal prof. Ing. V. List z brněnské techniky. Tento návrh se jevil jako výhodné řešení a v květnu 1930 tak došlo k dohodě mezi oběma elektrárenskými společnostmi. Zakoupila se tedy část pozemku podél řeky Opavy u obce Třebovice, v blízkosti ostravského revíru. Bylo vypsáno nabídkové řízení na elektrárnu o výkonu asi 45 MW o dvou hlavních strojích a jednom menším pro krytí vlastní spotřeby. Přestože nabídkové řízení bylo vypsáno na tlak 40 at, dostala přednost společná nabídka Vítkovických železáren a Škodových závodů na zařízení pracující s vysokým tlakem 130 at a teplotou 500°C. Toto řešení bylo výhodné díky podstatně lepší provozní ekonomii a záruky dodavatelů. Po zvážení všech otázek technických, finančních a záruk bylo nabízené vysokotlaké zařízení u obou nabízejících firem objednáno. Tak se zrodila Elektrárna Třebovice, společný závod Moravsko-slezských elektráren a Středomoravských elektráren, která byla po dokončení druhé etapy výstavby největší, nejmodernější a nejehospodárnější elektrárnou ve střední Evropě.

### **Záruky dodavatelů:**

- Po dobu 15 let dodají palivo spálené navíc při překročení měrné spotřeby
- Na 15 let dohodnuta záruka na výši nákladů na údržbu
- Zaručena minimální životnost vysokotlakého zařízení
- Garantována dodávka dalších kotlů až do výkonu elektrárny 160 MW za pevně určené ceny

### **1.1 Stavba elektrárny:**

Stavba elektrárny byla zahájena v polovině roku 1931 a počátkem roku 1933 se uskutečnily provozní zkoušky jednotlivých částí technologického zařízení, které byly včetně zkušebního provozu celé elektrárny ukončeny v dubnu 1933. Elektrárna byla uvedena do provozu v červenci 1933 a do konce roku vyrobila přes 39 GWh elektrické energie.



Obr. 1 - Elektrárna Třebovice v roce 1932 – pohled od Jihu

## 1.2 První etapa výstavby

Tato etapa výstavby zahrnovala tři vysokotlaké kotle ( práškové systému Löffler ) o výkonu 65 t/h s výstupním tlakem 130 at a teplotě 500 °C. Pro najiždění byly instalovány dva nízkotlaké kotle o výkonu 10 – 12 t/h ( roštové Babcovo-Wilcox ). Ve strojovně byly postaveny dvě vysokotlaké kondenzační turbíny, každá o výkonu 21 MW s možností zvýšení až na 24 MW. Dále zde byla v nízkotlakém okruhu instalována kondenzační turbína s výkonem 3,5 MW. V elektrické části bylo pro zásobování rozvodných sítí Moravsko-slezských elektráren použito napětí 22 kV a pro napojení na dálkové vedení do Dluhonic a Přerova byla vybudovaná venkovní rozvodna 110 kV.

## 1.3 Druhá etapa výstavby

Jelikož se osvědčil provoz první části Elektrárny Třebovice, bylo rozhodnuto její rozšíření v letech 1938 – 1939 o dva další vysokotlaké kotle s výkonem 70 t/h a turbosoustrojím o výkonu 23,1 MW. Tím byla ukončena dostavba, kterou se elektrárna s instalovaným výkonem 68,6 MW, vysokými parametry páry 130 at a 500 °C, vysokou účinností a moderním technickým řešením zařadila do čela československých energetických závodů. Všechny kotle a turbosoustrojí byly domácí výroby – Škodových závodů Plzeň, Vítkovických železáren a První brněnské strojírny.

## 1.4 Válečné období v letech 1939 - 1945

Po odtržení našeho pohraničí v roce 1939 a po vytvoření protektorátu se elektrárna dostává na území obsazené Němci. Období nacistické okupace prožila elektrárna pod bedlivým dozorem okupantů. Přesto zde mohlo zůstat i několik českých techniků a provozních pracovníků, kteří po odchodu Němců a osvobození byli schopni elektrárnu uvést do provozu a řídit.



Obr. 2 - Turbogenerátory TG3, TG2

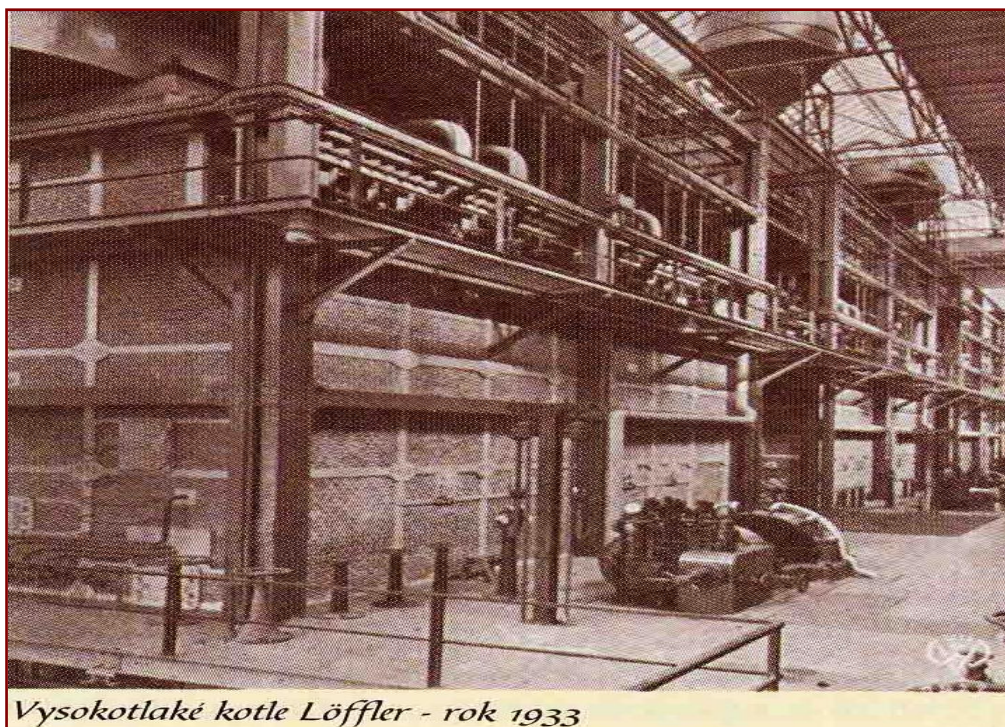
## 1.5 Poválečné období

Jako první bylo nutno najet domácí nízkotlaké kotle. Bylo nutno pokusit se o najetí elektrárny bez cizí pomoci, proto byla z blízkého Pustovce přivezena hasičská stříkačka, která měla sloužit jako napáječka nízkotlakých kotlů. Do provozu byla také připravena rozvodna 3 kV, která byla nejméně poškozena, později bylo také obnoveno spojení s Elektrárnou Ignát (pozdější Elektrárna Jana Švermy). Do provozu byla elektrárna uvedena dne 16. června 1945. Již za protektorátu došlo ke zjednodušení vztahů sloučením Moravsko-slezských elektráren a Středomoravských elektráren do akciové společnosti Východomoravské elektrárny, kde Elektrárna Třebovice se stává řídicím dispečerským orgánem elektráren ve středněmoravské a severomoravské oblasti. Na základě zkušeností a spolehlivosti byl zde později vytvořen moravský dispečink pro řízení všech elektráren na Moravě.

## 1.6 Technické změny Elektrárny Třebovice

Další tři výrobní bloky 50 MW již nezachovaly stávající parametry ostré páry, ale výrobce kotlů přešel k vyšší teplotě páry 540 °C a tlaku 110 at. V kotelně byly postupně v letech 1952 až 1955 uvedeny do provozu tři kotle s tavnou komorou, každý o výkonu maximálně 220 t/h, které opět vyrobily Vítkovické železárny. Objednávka tří turbosoustrojí, každého o výkonu 50 MW, byla rozdělena mezi tři dodavatele: Škodovy závody Plzeň, Českomoravskou Kolben-Daněk a švýcarskou firmu Brown-Boveri. Tak se třebovická elektrárna stala vzorem k výstavbě několika dalších elektráren s 50 MW bloky (Hodonín, Mělník a další). V roce 1956 byla dosažena rekordní výroba více než 1,3 TWh elektřiny za rok.





Obr. 3 – vysokotlaké kotle Löffler

## 1.7 Rekonstrukce elektrárny na teplárnu

Koncem roku 1954 se začíná rýsovat další etapa ve vývoji elektrárny. Z důvodu výstavby ostravského sídliště Poruba je nutno vyřešit zásobování teplem. Bylo rozhodnuto rekonstruovat elektrárnu na teplárnu, což mělo výhodu ve výměně starých a nevyhovujících zařízení. Staré Löfflerovy kotle K3 až K5 byly nahrazeny moderními průtlačnými kotly typu Benzon o výkonu 80 t/h, u kterých je možno v daném prostoru získat maximální parní výkon. Tak v roce 1960 dochází k bourání tří Löfflerových kotlů, dvou vysokotlakých turbín a jedné nízkotlaké parní turbíny pro vlastní spotřebu. Toto zařízení, úspěšně provozované od roku 1933, muselo ustoupit modernímu teplárenskému zařízení. Ve strojovně byla v roce 1963 postavena dvoutělesová kondenzační parní turbína se dvěma regulovanými a třemi neregulovanými odběry páry s turboalternátorem o výkonu 30 MW. S rostoucí dodávkou tepla byla postupně omezována kondenzační výroba elektřiny. V roce 1967 byl ukončen provoz posledního turbosoustrojí z předválečného uspořádání elektrárny s výkonem 23,1 MW, v roce 1977 pak ukončila provoz první poválečná turbína TG11 z roku 1951 o výkonu 40 MW, v roce 1986 turbosoustrojí TG13 z roku 1954 o výkonu 50 MW a nakonec v roce 1984 skončil provoz turbosoustrojí TG12 z roku 1952 o výkonu 50 MW. Výrobu elektrické energie pro oblast Ostravy a Karviné převzala nová moderní Elektrárna Dětmárovice.



Obr. 4 - sídliště Poruba

### 1.8 Současný stav Elektrárny Třebovice

Novodobý vývoj je směřován na další zvýšení kombinované výroby tepla a elektřiny s plným využitím zařízení kotelny, rekonstruovaného z hlediska ekologie. V současné době je elektrárna vybavena třemi benzonovými kotli K 3, 4, 5, třemi tavnými kotli K 12, 13, 14, turbogenerátorem TG 33. Nově jsou postaveny turbíny TG15 a TG16 o výkonu 72 MW [1].

## 2. TECHNICKÉ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ ELEKTRÁRNY

### 2.1 PARNÍ KOTEL K 3, 4, 5

- výrobce Vítkovické železářny a strojírny

<b>K 3</b>	do provozu uveden:	22.7.1964
	poslední rekonstrukce:	1996
<b>K 4</b>	do provozu uveden:	13.6.1964
	poslední rekonstrukce:	1997
<b>K 5</b>	do provozu uveden:	11.3.1964
	poslední rekonstrukce:	1995
Jmenovitý výkon:		55,3 MW
Minimální výkon:		38 MW

Množství vyrobené páry:	
• při jmenovitém výkonu:	80 t.h <sup>-1</sup>
• při minimálním výkonu	55 t.h <sup>-1</sup>
Konstrukční tlak:	17,33 MPa
Výpočtový přetlak:	13,4 MPa
Tlak přehřáté páry na výstupu z kotle:	
• jmenovitý	12,75 MPa
• maximální	13,23 MPa
Nastavení pojistných ventilů:	13,24 MPa
Teplota přehřáté páry na výstupu z kotle:	
• jmenovitá	500°C
• maximální	508°C
• minimální	492°C
Teplota napájecí vody:	170 – 180 °C
• maximální	200°C
Palivo:	
• výhřevnost proplástek ( rok 2007 )	21,34 MJ.kg <sup>-1</sup>
• výhřevnost prach ( rok 2007 )	26,53 MJ.kg <sup>-1</sup>
LTO:	
• výhřevnost	42,3 MJ.kg <sup>-1</sup>
Teplota studeného vzduchu:	30°C
Teplota sekundárního vzduchu	260°C
Teplota spalín za kotlem:	160°C
Účinnost kotle:	83,2 %

### POPIS parního kotle K 3, 4, 5

- je průtlačný, granulační s najížděcí nádobou. Ohniště je práškové s osmi kruhovými práškovými hořáky. K najíždění kotle a zapálení uhelného prášku slouží dva LTO hořáky OERTLI. Na straně kouřových plynů je kotel vybaven elektrostatickým odlučovačem, na který navazuje axiální kouřový ventilátor. Odlučovač je horizontální, čtyřsekční s ocelovou skříní. Popílek je z odlučovače odváděn hydrosměsí do bagrovací stanice. Dva sekundární ventilátory zajišťují potřebné množství spalovacího vzduchu. Dva primární ventilátory dodávají potřebný tlak vzduchu pro dopravu uhelného prášku z podavače uhelného prášku do kotle. Součástí kotle je mlýnice, mlecí okruh je uzavřený s jedním trubnatým mlýnem s mezibunkrováním prášku a sušením paliva kouřovými plyny. Na stropě zásobníků uhelného prášku je instalován šnekový dopravník, sloužící k dopravě uhelného prášku ze svodek pod turnikety do libovolného ZUP. Odstruskování kotle je umístěno pod spalovací komorou kotle a sestává se z řetězového vynášeče a drtiče škváry. Stanoviště obsluhy je v samostatné budově umístěné na pravé straně K 5 kóta 7,5 m [2-3].

## 2.2 PARNÍ KOTEL K 12, 13, 14

- výrobce Vítkovické železářny a strojírny

K 12	do provozu uveden:	25.11.1952
	poslední rekonstrukce:	2005
K 13	do provozu uveden:	28.5.1954
	poslední rekonstrukce:	2000 ( realizace Vítkovice, a.s. )
K 14	do provozu uveden:	21.5.1955
	poslední rekonstrukce:	2007

Jmenovitý výkon:	161 MW <sub>t</sub>
Minimální výkon:	80 MW <sub>t</sub>

Množství vyrobené páry:	
• při jmenovitém výkonu	220 t.h <sup>-1</sup>
• při minimálním výkonu	110 t.h <sup>-1</sup>

Výpočtový přetlak:	13,9 MPa
Zkušební přetlak:	18,07 MPa
Tlak přehřáté páry na výstupu z kotle:	10,89 MPa

Teplota přehřáté páry na výstupu z kotle:	
• jmenovitá	535°C
• maximální	543°C
• minimální	527°C

Teplota napájecí vody:	
• jmenovitá	180°C
• maximální	200°C

Nastavení pojistných ventilů:	
• výparní systém	13,93 MPa
• výstupní parovod	11,96 MPa

Palivo:	
• výhřevnost projektovaná	24 ± 1 MJ.kg <sup>-1</sup>

LTO:	
• výhřevnost	42,3 MJ.kg <sup>-1</sup>
• teplota studeného vzduchu ( výpočtová )	30°C
• teplota horkého vzduchu ( výpočtová )	345°C
• teplota spalín za kotlem ( výpočtová )	170°C
• účinnost kotle ( výpočtová )	88,74%

## **POPIS parního kotle K 12, 13, 14**

- je práškový strmotrubnatý s výtavným ohništěm a přirozenou cirkulací. Je určen pro spalování ostravského prachu. Kotel je vybaven automatickou regulací a řízen technologií metsoDNA ( Dynamic Network Applications), která je založena na volném sdílení dat a knot-how prostřednictvím počítačové sítě. V trubkových stěnách ohniště vzniká směs páry a vody, která se zavádí do odlučovacího kotlového tělesa. V kotlovém tělese se vlastní tíží odlučuje voda od páry. Odloučená pára se převádí do komory KP 0, umístěné nad kotlovým tělesem. Voda z kotlového tělesa se dopravuje samospádem pěti zavodňovacími potrubími na kóta 3,0 m. Ze zavodňovacích spádových potrubí přechází voda pomocí vodních spojek do komor, které tvoří patu trubnatých stěn a dna tavícího prostoru ohniště kotle. Kotel se odluhuje regulačním ventilem z kotlového tělesa, kde má kotelní voda nejvyšší zahuštění. Kotel se pravidelně odkaluje ze spodních komor varného systému a sběrných jímek, umístěných na spodním konci spádovek [4-5].

## **NÁZVOSLOVÍ koletny**

### **Kotel**

- konstrukčně ucelený komplex zařízení pro výrobu páry nebo horké vody pod tlakem, tepelnou energií získanou spalováním paliva při průběhu technologického procesu nebo při přeměně elektrické energie v tepelnou

### **Parní kotel**

- zařízení, v němž se vyrábí a z něhož se odvádí pára o tlaku vyšším než atmosférickém. Pára se vyrábí nebo ohřívá působením tepla přiváděného zpravidla stěnami tlakového celku z topeniště

### **Pomocná zařízení kotle**

- zařízení potřebná pro provoz kotle nebo s jeho provozem související, zejména zařízení pro dopravu paliva a vzduchu, pro odsávání spalin, jejich čištění a pro odvod tuhých zbytků spalování

### **Příslušenství parního kotle**

- zařízení pro provoz parního kotle nutná. Jsou to zejména napájecí zařízení a zařízení pro úpravu napájecí vody

### **Tlakový celek ( systém ) parního kotle**

- začíná uzávěrem na vstupu napájecí vody a končí hlavním parním uzávěrem. Skládá se zpravidla z výparníku, přehříváku páry, ohříváku vody ( kapaliny, dále jen vody ), popř. chladiče a přehříváku páry a jejich spojovacího potrubí. Nemá-li tlakový celek hlavní parní uzávěr, končí přírubou nebo nástavcem za výstupem z poslední komory přehříváku páry, popř. směšovací komory

### **Ohřívák napájecí vody**

- část tlakového celku parního kotle, v níž se napájecí voda ohřívá před vstupem do výparníku, popř. též částečně odpařuje



### **Výparník**

- část tlakového celku parního kotle, v níž se voda mění v páru

### **Přehřívák páry**

- část tlakového celku parního kotle, v níž se voda mění v páru

### **Ohřívák napájecí vody**

- část tlakového celku parního kotle, v níž se napájecí voda ohřívá před vstupem do výparníku, popř. též částečně odpařuje

### **Kotelna**

- samostatná budova nebo zvláštní přístavek, popř. zvláštní místnost, v níž je postaven jeden nebo několik parních kotlů. Kotle venkovního provedení se umísťují ve vhodně ohraničeném prostoru, který se za kotelnu nepovažuje.

### **Kotle průtočné ( průtlačné )**

- u nichž pohyb směsi vody a páry v tlakovém celku je vynucen pouze tlakem napáječky. Odpařovaná voda protéká tlakovým celkem pouze jedenkrát.

### **Výstroj tlakového celku parního kotle**

- armatura a přístroje nutné k ovládání, řízení a nezbytné kontrole provozu parního kotle.

### **Hrubá výzbroj ( armatura ) parního kotle**

- výzbroj topeniště, např. dvířka a hledítka, explozní klapky, tahová hradítka, měřicí vložky, zařízení k čištění vnějšího povrchu výhřevných ploch.

### **Základní parametry kotle**

- tlak přehřáté páry, teplota přehřáté páry, teplota přihřáté páry a teplota napájecí vody.

### **Jmenovitý výkon parního kotle ( $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$ )**

- výkon, který kotel musí trvale dávat při dodržení jmenovitých hodnot základních parametrů.

### **Tlak přehřáté páry (MPa)**

- tlak páry na výstupu kotle. Měří se před hlavním uzávěrem kotle. Není-li hlavní uzávěr, měří se tlak na výstupu z tlakového celku kotle.

### **Teplota přehřáté páry ( $^{\circ}\text{C}$ )**

- teplota páry na výstupu z kotle. Měří se ve stejném místě jako tlak přehřáté páry.

### **Teplota napájecí vody ( $^{\circ}\text{C}$ )**

- měří se před místem, kde začíná přivádění tepla z paliva do napájecí vody, tj. před ohřívákem vody. Je-li chladič pro regulaci teploty přehřáté páry zařazen před ohřívákem vody, měří se teplota před chladičem, u parních kotlů bez ohříváku vody před vstupem do kotlového bubnu.

### **Jmenovité parametry**

- hodnoty základních parametrů, určené k udržování při trvalém provozu kotle.

### Nejvyšší tlak (MPa)

- tlak přehřáté páry, rovný nejnižšímu otevíracímu tlaku, na který je nařízen aspoň 1 pojistný ventil připojený za přehřívákem kotle.

### Konstrukční tlak (MPa)

- nejvyšší hodnota tlaku syté páry v kotlovém bubnu při nejvyšším tlaku a jmenovitém výkonu kotle. U průtlačných kotlů se stanoví konstrukční tlak odděleně pro jednotlivé části tlakového celku. Je roven nejvyšší hodnotě vyskytujícího se tlaku v té části při jmenovitém výkonu kotle a při nejvyšším tlaku přehřáté páry.

## 2.3 TURBOGENERÁTOR TG 33

- výrobce IBZKG
- uvedení do provozu: 1961
- poslední rekonstrukce: 2005

Teplota páry na spouštěcím ventilu:

- jmenovitá 500°C
- minimální 480°C
- maximální 515°C

Tlak páry na spouštěcím ventilu:

- jmenovitý 12,26 MPa
- minimální 7,0 MPa
- maximální 12,75 MPa

Hltnost turbíny:

- maximální 230 t/h
- maximální hltnost ST části 150 t/h
- minimální průtok NT části 7 t/h

Počet odběrů: 5 kusů

Teplota chladicí vody do kondenzátoru:

- maximálně 33°C

Teplota vzduchu generátoru na vstupu:

- maximálně 40°C

Rozdíl vstup a výstup vzduchu generátoru:

- maximálně 26°C

Kritické otáčky turbíny: 2400 ot./min.

Kritické otáčky generátoru: 3200 ot./min.

Maximální výkon generátoru: 33 MW  
41,25 MVA

### POPIS Turbogenerátoru TG 33

- parní turbína je přetlaková, dvoutělesová, kondenzační se dvěma regulovanými odběry páry a třemi neregulovanými odběry páry, pro pohon alternátoru [6].

### 2.4 TURBOGENERÁTOR TG 15

- výrobce Škoda Plzeň
- uvedení do provozu 1998

Teplota páry před RZ ventilem:

- jmenovitá 530°C
- minimální 480°C
- maximální 538°C

Tlak páry před RZ ventilem:

- jmenovitý 10,7 MPa
- minimální není definován
- maximální 11,24 MPa

Hltnost turbíny:

- maximální 320,86 t/h
- minimální 96 t/h
- minimální průtok NT části 4,5 t/h

Výkon generátoru:

- činný - jmenovitý 72 MW
- činný – dosažitelný 75 MW
- zdánlivý – jmenovitý 90,032 MVA
- zdánlivý – dosažitelný 93,750 MVA
- jalový – jmenovitý 41,5 MVar

Teplota studeného vzduchu generátoru:

- maximální 45°C

Teplota teplého vzduchu generátoru:

- maximální 80°C

Teplota chladicí vody:

- jmenovitá 25°C
- maximální 33°C

Kritické otáčky:

- NT 1800 ot./min.
- generátoru 1850 ot./min.
- VT 2250 ot./min.

## POPIS Turbogenerátoru TG 15

- parní turbína je rovnotlaká, dvoutělesová, kondenzační se dvěma regulovanými odběry páry a čtyřmi neregulovanými odběry páry, pro pohon generátoru [7].

## 2.5 TURBOGENERÁTOR TG 16

- výrobce Škoda Plzeň
- uvedení do provozu 2004

Teplota páry před RZ ventilem:

- jmenovitá 530°C
- minimální 490°C
- maximální 538°C

Tlak páry před RZ ventilem:

- jmenovitý 10,7 MPa
- minimální není definován
- maximální 11,24 MPa

Hltnost turbíny:

- maximální 300 t/h
- minimální 70 t/h
- minimální propustnost přepouštěcí klapky mezi VT a NT dílem 5t/h

Výkon generátoru:

- činný - jmenovitý 72 MW
- činný – dosažitelný 72 MW
- zdánlivý – jmenovitý 90 MVA
- zdánlivý – dosažitelný 93,750 MVA
- jalový – jmenovitý 54 MVA<sub>r</sub>

Teplota studeného vzduchu generátoru:

- maximální 45°C

Teplota teplého vzduchu generátoru:

- maximální 80°C

Teplota chladicí vody:

- jmenovitá 25°C
- maximální 33°C

Kritické otáčky:

- NT 1891 ot./min.
- generátoru 1991 ot./min.
- VT 2414 ot./min.

## POPIS Turbogenerátoru TG 16

- Turbína dvoutělesová, kondenzační, s jedním regulovaným odběrem do parní sítě 1,2 MPa a jedním odběrem do parní sítě 0,1 MPa. Turbína je vybavena natáčecím zařízením s elektropohonem, který je řízen pomocí měniče frekvence [8].

## Názvosloví

### Turbogenerátor

- je soustrojí sloužící k výrobě elektrické energie. Jeho vedlejším produktem zpravidla bývá odběrová ( redukovaná pára ) pro teplárenské a technologické účely. Skládá se z parní turbíny a alternátoru, které jsou vzájemně spojeny pevnou spojkou.

### Parní turbína

- je parní motor, v němž se tepelná energie páry mění v energii pohybovou ( mechanickou práci ); práce za jednotku času je výkon parní turbíny.

### Alternátor

- je synchronní generátor, který vyrábí střídavou činnou a jalovou elektrickou energii. „Synchronní“ znamená, že jeho rotující magnetické pole vytvářené budícím vinutím se otáčí synchronně s magnetickým polem sítě.

### Příslušenství

- je součástí turbosoustrojí, jako např. kondenzace, regenerační ohříváky, vnitřní spojovací potrubí, chladicí okruhy, řídicí systém SIEMENS SIMATIC S7-135U, prostě veškeré zařízení nutné pro provoz parního turbosoustrojí.

### Parní turbosoustrojí

- turbína s poháněným strojem ( např. s turboalternátorem ); u turbín s převodem včetně převodovky.

### Parní turbínové zařízení

- parní turbosoustrojí včetně vnitřního spojovacího potrubí a ostatního příslušenství ( např. čerpadel, kondenzátoru a jeho příslušenství, regeneračních ohříváků ).

## 3. PŘENOSOVÁ SOUSTAVA

Provozovatelem přenosové soustavy, zřizované na základě zákona a provozované ve veřejném zájmu, je v České republice ČEPS, a.s.. Vzhledem k tomu, že na provozování přenosové soustavy je v České republice vydána jediná licence pro území celého státu, je přenosová soustava přirozeným monopolem, který podléhá regulaci Energetického regulačního úřadu a přísným pravidlům soutěžního práva.

Významným zdrojem veřejně dostupných technických informací pro uživatele přenosové soustavy jsou **Pravidla provozování přenosové soustavy**, označovaná též jako **Kodex PS**. Provozovatel přenosové soustavy má přímo Energetickým zákonem uloženo zařadit do Kodexu PS některé informace, které musí být veřejně dostupné. Prováděcí vyhlášky k zákonu zmiňují další doporučené informace.

### 3.1 Kodex přenosové soustavy

**Posláním** Kodexu přenosové soustavy ES ČR je transparentním způsobem vysvětlit všem uživatelům tohoto subsystému:

- zásady, pravidla a standardy působnosti provozovatele přenosové soustavy v oblastech provozu, údržby a rozvoje PS, které svou podstatou nastavují kvalitu příslušných systémových, podpůrných a přenosových služeb
- podmínky, jejichž splnění ze strany žadatelů o připojení k přenosové soustavě je třeba dodržet v rámci procesu realizace jejich připojení
- požadavky na nezbytná data, informace resp. penzum spolupráce, které jsou uživatelé PS povinováni poskytovat provozovateli PS jako podmiňující pro řádné provozování přenosové soustavy v deklarované kvalitě
- podmínky za kterých mohou uživatelé PS nabízet a poskytovat podpůrné služby a pravidla a podmínky, kterými se provozovatel PS řídí při výběru poskytovatelů těchto služeb
- podmínky poskytování SyS a PřS [10].

### 3.2 Plnění podmínek Kodexu PS a jejich ověřování

ČEPS zveřejňuje specifické postupy pro ověřování plnění technických předpisů a podmínek pro připojení uživatele k PS. Při provozu má ČEPS právo provádět ověřování, měření, monitorování a kontrolu plnění podmínek připojení. Rovněž kontroluje plnění požadavků na kvalitu a kvantitu podpůrných služeb poskytovaných uživatelem. Uživatelé PS jsou informováni o charakteristikách provozu, platných normách a hodnocení výsledků provozu. ČEPS bude specifikovat pravidla kontroly svých provozních postupů, a tak předloží uživatelům důkazy, že jsou užívány správně a nediskriminačně. Uživatel odpovídá za dodržování standardů a technických podmínek stanovených v Kodexu PS [11].

### 3.3 ČEPS, a.s. – základní cíle

Koncepce rozvoje PS spočívá v naplňování tří základních cílů, kterými jsou [9]:

- **rozvoj konfigurace přenosové soustavy** odpovídající predikovanému růstu spotřeby elektřiny v jednotlivých regionech ČR a s ním rostoucích požadavků na přenosové kapacity včetně požadavků mezistátní spolupráce. V této fázi jsou řešeny i reakce ČEPS na rozvojové záměry uživatelů PS. Predikce výkonového zatížení v jednotlivých letech vychází z vývojové řady minulých let a ze znalostí PDS o záměrech respektujících energetickou politiku státu. Nástrojem pro zjištění přenosových poměrů v průřezových časových horizontech jsou matematické bilanční a výpočtové modely.
- **obnova zařízení** podle vyhodnocení jeho stavu,
- **zajištění spolehlivosti přenosových služeb**

ČEPS je odpovědný za:

- zajištění spolehlivého provozování a rozvoj PS včetně jejích mezisystémových propojení a provádění údržby
- poskytování přenosu elektřiny na základě uzavřených smluv
- řízení toků elektřiny v přenosové soustavě při respektování přenosů elektřiny mezi propojenými soustavami ostatních států a ve spolupráci s provozovateli distribučních soustav v elektrizační soustavě
- zajištění systémových služeb pro elektrizační soustavu na úrovni přenosové soustavy

### 3.4 Základní podmínky pro užívání přenosové soustavy

(zákon č. 458/2000 Sb., § 24, odst. 10)

#### Silové zařízení

Do silového zařízení PS se zahrnují rozvodná zařízení (kromě zařízení sekundární techniky), transformátory a venkovní vedení pro sítě 400 kV a 220 kV. Dále zahrnuje i zařízení pro sítě 110 kV v majetku ČEPS, a.s.

#### 3.4.1 Technické požadavky

Technické požadavky na silové zařízení PS jsou zaměřeny na provozní bezpečnost zařízení, aby při zajišťování přenosu elektřiny se stanovenými parametry a v daných mezích byla dodržena požadovaná spolehlivost provozu a současně, aby nedošlo k ohrožení života, zdraví osob, zvířat, majetku nebo životního prostředí. Zařízení PS musí splňovat ustanovení příslušných norem ( státních norem – ČSN a ČSN EN, podnikových norem energetiky – PNE, podnikových norem ČEPS, a.s. – TN ), předpisů a zákonných požadavků. Technické specifikace nejdůležitějších zařízení jsou vydány formou technických norem ČEPS s uvedením parametrů, které musí být splněny bez ohledu na typ, doporučených standardních hodnot a s příkladem poptávkové specifikace. Technické specifikace silového zařízení přenosové soustavy zahrnují tři oblasti požadavků – technické parametry, konstrukci a údržbu. Rozhodující pro určení jmenovitých parametrů zařízení jsou parametry sítě v místě jeho umístění a navrhuje se s pomocí standardů PS ( část VIII. Kodexu PS ).

Nejdůležitější jsou:

- Koordinace izolace - je důležitá pro správnou volbu izolační hladiny jednotlivých zařízení v sítích PS, čili pro volbu elektrické výdržné pevnosti zařízení, a pro způsob její aplikace v provozu v závislosti na napětích, která se mohou v soustavě objevit. Doporučené hodnoty ve vztahu k dimenzování stávajícího zařízení jsou uvedeny ve standardu „Vedení a stanice vvn a zvn – koordinace izolace“.
- Zkratová odolnost - pro zamezení nekontrolovaného nárůstu zkratových proudů a s tím související definování základních technických parametrů zařízení a velikosti ovlivnění cizích zařízení v jejich blízkosti jsou ve standardu „Úroveň zkratových proudů v PS“ definovány mezní hodnoty ekvivalentního oteplovacího proudu v sítích PS pro jednotlivé napěťové hladiny.
- Radiové rušení - při návrhu a provozu zařízení je nutné zamezit radiovému rušení zařízení zvn a vvn, které zde vzniká fyzikálními jevy (korona, klouzavé výboje apod.). Povolené meze rušení jsou uvedeny ve standardu „Vedení a stanice vvn a zvn – radiové rušení“.

- Vnější prostředí - dimenzování vnější izolace zařízení se s ohledem na skutečné znečištění ovzduší v příslušném místě instalace navrhuje tak, aby z důvodů jejího čištění nebylo požadováno častější vypínání, než vyžaduje běžná údržba zařízení. Doporučené délky povrchové cesty vnější izolace jsou uvedeny ve standardu „Vedení a stanice vvn a zvn. Dimenzování vnější izolace podle stupně znečištění“. Další informace k technickým požadavkům na silové zařízení podá na požádání ČEPS.

### 3.4.2 Provoz a údržba

Zajištěním bezpečného provozu zařízení se míní, že se provozují pouze taková zařízení, která odpovídají příslušným platným normám a předpisům, uvedou se do provozu po provedení předepsaných kontrol, zkoušek a revizí, mají platnou technickou a provozní dokumentaci, podrobují se předepsaným pravidelným kontrolám, zkouškám a revizím a při jejich provozu jsou dodržovány předpisy bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a předpisy požární ochrany a ochrany životního prostředí. Bezpečnost a provozuschopnost elektrických zařízení PS musí být ověřována pravidelnými revizemi, nebo musí být prováděna údržba včetně kontrol ve stanovených lhůtách a ve stanoveném rozsahu podle Řádu preventivní údržby (ŘPÚ), který podle čl.2 změny 2 normy ČSN 33 1500 „Elektrotechnické předpisy – Revize elektrických zařízení“ provádění pravidelných revizí nahrazuje. ŘPÚ pro PS je vydán formou technické normy ČEPS, a.s. číslo TN 22 „Řád preventivní údržby zařízení přenosové soustavy“. ŘPÚ stanovuje požadované nejdelší přípustné intervaly údržby (pochůzkovou nebo leteckou kontrolu, funkční zkoušky, prohlídku, běžnou údržbu /kontrolu/, diagnostické zkoušky, generální údržbu /revizi/) a specifikuje obsah jednotlivých údržbových prací a diagnostických měření a způsob jejich vyhodnocení. Lhůty provádění jednotlivých činností, jejich rozsah a způsob vyhodnocení jsou dány adresnými přílohami ŘPÚ pro jednotlivé typy zařízení. Plánování provádění údržby zařízení PS je určeno dodržováním ŘPÚ.

### 3.4.3 Chránění blokového vedení

Silové zařízení na napěťové hladině zvn, resp. vvn elektrárny musí být vybaveno příslušnými ochrannými systémy, aby byla zajištěna včasná likvidace poruch. Při nedodržení této zásady by mohlo dojít k rozšíření poruchy do PS a k eventuálnímu zasažení jiných uživatelů. Pro bezpečné vyvedení výkonu z elektrárny do PS je nutno mj. zajistit správné nastavení ochrany a správnou funkci řídicích systémů elektrárny. Nastavení je třeba provádět v nezbytné koordinaci s ČEPS, protože systémy ochrany PS a elektrárny se vzájemně ovlivňují. Samotná instalace ochranných systémů vyplývá z principu vlastnictví jednotlivých zařízení. Za zajištění chránění vedení mezi elektrárnou a PS ze strany elektrárny zodpovídá elektrárna. Za zajištění chránění vedení ze strany PS zodpovídá ČEPS. Kombinace, typ a funkce ochranných systémů jsou předmětem dohody mezi elektrárnou a ČEPS. Platí zásada, že vedení musí být oboustranně chráněno minimálně dvěma plnohodnotnými ochranami pro všechny druhy zkratů. Ze strany PS musí být minimálně jedna z ochrany distanční. Při tom je nutné zajistit, že zkrat na vedení mezi elektrárnou a PS budou ze strany PS vypnuty základní funkcí obou ochrany v čase do 100 ms (včetně vypínacího času vypínače) a ze strany elektrárny do 100 ms alespoň jednou ochranou. Nastavení ochrany vedení a blokových transformátorů je navrženo již v projektu elektrárny. Před uvedením do provozu je upřesněno na základě aktuálních výpočtů a musí být koordinováno a vzájemně odsouhlaseno mezi technickými útvary elektrárny a ČEPS. Za nastavení ochrany vedení na straně PS je odpovědný ČEPS a na straně elektrárny elektrárna. Každá změna v konfiguraci, nebo nastavení ochranných systémů, která souvisí s jejich oboustranným ovlivňováním, musí být vzájemně odsouhlasena.



### 3.5 Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni PS

Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni přenosové soustavy je zajišťována **plánem obrany proti šíření poruch v přenosové soustavě**. Úkolem Plánu obrany je navrhnout taková opatření, která by zamezila rozšíření poruchy (zejména kaskádovitému šíření poruchy) a dále pak vedla ke zkrácení doby výpadku.

### 3.6 Opatření pro předcházení stavům nouze a pro jejich likvidaci

#### 3.6.1 Řízení propustnosti sítě

V reálném provozu však může dojít vlivem neočekávaných a nepředvídatelných okolností k zvýšení rizika a je nutno přistoupit k nápravným opatřením popsáným v následujících kapitolách.

Ve vymezených případech (ve výstražném stavu, kdy hrozí přetížení vedení nebo je vyčerpána přenosová schopnost profilu) je nutno změnit nasazení vybraných bloků tak, aby se soustava dostala zpátky do normálního stavu, přenosový profil se odlehčil a hrozba přetěžování se odstranila. Činnost s tím spojená se souhrnně nazývá řízení propustnosti sítě a lze pro ni použít dva základní prostředky:

- redispečink
- protiobchod

#### 3.6.2 Opatření proti přetížení

V případě výskytu situace doprovázené přetížením vedení je dispečer oprávněn (podle stupně přetížení) využít následující opatření:

- měnit konfiguraci sítě na úrovni přenosové soustavy,
- dát dispečerský pokyn ke snížení výkonu elektráren v přebytkové části přenosové soustavy, při současném využití rychle startující zálohy v deficitní části (interní redispečink),
- dát dispečerský pokyn k přerušení případné práce na přenosových vedeních s cílem zapnout tato vedení,
- v případě možnosti zvýšit napětí v přenosové soustavě
- změnit export/import z/do sousedních soustav na základě sjednaného protiobchodu,
- v součinnosti s dispečinkou PDS provést převedení výkonu uzlových oblastí 110 kV,
- v krajním případě dát dispečerský pokyn dispečerům distribučních soustav k snížení odběru.

#### 3.6.3 Opatření proti poklesu a vzrůstu napětí

V přenosové soustavě tvoří tato opatření ucelený hierarchický komplex spočívající na:

- primární, sekundární a terciární regulaci napětí §I.4,
- mimořádných zásazích v rámci operativního řízení provozu ES.

V dalších kapitolách jsou tato opatření popsána z hlediska elektráren, zařízení přenosové soustavy a dispečerského řízení.

### 3.6.4 Elektrárny

Všechny elektrárenské bloky o výkonu 100 MW a vyšším mají v činnosti automatické regulátory buzení. Úkolem těchto regulátorů je:

- udržovat zadanou hodnotu napětí na svorkách generátoru (tzv. primární regulace napětí),
- rychlou změnou buzení zvyšovat stabilitu strojů v průběhu přechodného děje,
- tlumit kývání v elektrizační soustavě (tzv. systémové stabilizátory),
- udržování pracovního bodu v dovolené oblasti P-Q diagramu (hlídač meze satorového a rotorového proudu a hlídač meze podbuzení).

Elektrárenské bloky, které splňují podmínky stanovené Kodexem PS, mohou být poskytovateli PpS sekundární regulace U/Q. Úlohou sekundární regulace napětí U/Q ( SRUQ ) je udržování napětí v pilotních uzlech soustavy na hodnotách určených terciární regulací napětí. Úkolem terciární regulace napětí je koordinovat toky jalových výkonů a velikost napětí pro bezpečný a ekonomický provoz ES jako celku. Podmínkou bezpečného provozu je zachování nezbytné točivé rezervy jalového výkonu rozmístěné v síti nejen pro aktuální provozní stav, ale i pro zachování stability systému v případě náhlých změn, jako je výpadek velkého bloku, změna topologie nebo prudký nárůst zatížení (pro řešení poruchových stavů). Tato regulace zajišťuje optimální provoz prostřednictvím zadaných hodnot napětí pro SRUQ v pilotních uzlech, optimální skladby kompenzačních prostředků (např. kompenzačních tlumivek), případně změny převodu vybraných transformátorů, které mají významný vliv na rozdělení toku Q mezi jednotlivými napěťovými úrovněmi. Přitom respektuje povolené rozsahy napětí a jalových výkonů v uzlech přenosových soustavy, na regulovaných zdrojích a na mezistátních vedeních.

## 4. PODPURNÉ SLUŽBY ( PpS )



Obr. 5 – Přenosová soustava

#### 4.1 Důvod vzniku PpS společností ČEPS:

- dosažení stabilnějších hodnot frekvence v síti
- lepší pokrytí silové elektřiny v dobách výpadku elektráren a tepláren
- kvalitnější služby pro koncového zákazníka
- vyšší finanční ohodnocení za poskytované služby

#### 4.2 Obecné požadavky na PpS

- měřitelnost – se stanovenými kvantitativními parametry a způsobem měření
- garantovaná dostupnost služby během denního, týdenního a ročního cyklu s možností vyžádat si inspekci.
- certifikovatelnost – stanovený způsob prokazování schopnosti poskytnout služby pomocí periodických testů.
- možnost průběžné kontroly poskytování

#### 4.3 Zásady pro výběr poskytovatelů (PpS)

Žadatel o poskytování ( PpS ) může být elektrárna, blok elektrárny, teplárna, atd. potenciálně poskytovatel dané ( PpS ). Při výběru poskytovatelů (PpS), ČEPS postupuje podle následujících zásad a závazných pravidel výběrového řízení:

- **otevřenost ke každému zájemci o poskytování (PpS)**, který prokázal splnění požadavků stanovených Kodexem PS a ČEPS
- **nediskriminační přístup k zájemcům o poskytování (PpS)** a jejich cenovým nabídkám
- **verifikovatelnost postupů** – existuje prokazatelnost všech důležitých dat
- **zajištění bezpečnosti přenášovaných dat**

#### 4.4 Definice podpůrných služeb

K zajištění „systémových služeb“ (SyS) používá ČEPS „podpůrné služby“ PpS poskytované jednotlivými uživateli PS. ČEPS tak dosahuje správné a spolehlivé fungování ES v rámci standardů, které si pro provoz zvolil, nebo které přijal jako člen propojených soustav. Následující část popisuje PpS tak, jak jsou poskytovány jednotlivými subjekty na jejich zařízeních:

- Primární regulace f bloku (PR)
- Sekundární regulace P bloku (SR)
- Terciární regulace P bloku (TR)
- Rychle startující 10-ti minutová záloha (QS10)
- Rychle startující 15-ti minutová záloha (QS15)
- Dispečerská záloha (DZt)
- Změna zatížení (ZZ30)
- Snížení výkonu (SV30)
- Vltava (VSR)
- Sekundární regulace U/Q (SRUQ)
- Schopnost ostrovního provozu (OP)
- Schopnost startu ze tmy (BS)

Z hlediska splnění podmínek pro poskytování PpS či zjednodušení dálkového řízení elektráren z Dispečinku ČEPS může být vhodné vytvořit u elektráren tzv. **fiktivní blok**. Pokud fiktivní blok PE tvoří všechny TG jedné elektrárny, pak se poskytnutí PpS pro ČEPS hodnotí za celý fiktivní blok, který je pro danou PpS jako celek i certifikován a elektrárna nesmí poskytovat regulační služby pro jiný subjekt. V elektrárně Třebovice se jedná o fiktivní blok pro řízení z Dispečinku ČEPS v PpS jako jeden blok nabízející (PR), (SR), (TR) nebo jejich kombinace [11].

#### 4.5 Poskytování podpurných služeb v elektrárně Třebovice

- Primární regulace f bloku (PR)
- Sekundární regulace f bloku (SR)
- Terciární regulace f bloku (TR)

##### 4.5.1 Primární regulace f bloku (PR)

Primární regulace f bloku je lokální automatická funkce zajišťovaná obvody primární regulace, spočívající v přesně definované změně výkonu elektrárenského bloku v závislosti na odchylce frekvence od zadané hodnoty. Změnu výkonu elektrárenského bloku vyžadovanou obvody primární regulace v závislosti na odchylce frekvence udává regulační rovnice:

$$\Delta P = -\frac{100}{\delta} \cdot \frac{P_n}{f_n} \cdot \Delta f, kde$$

$\Delta P$  ... požadovaná změna výkonu bloku [MW]

$P_n$  ... nominální výkon bloku [MW]

$\Delta f$  ... odchylka frekvence od zadané hodnoty [Hz]

$\delta$  ... statika primární regulace [%]

$f_n$  ... zadaná frekvence (obvykle jmenovitá 50 Hz)

Poskytovatel PpS primární regulace f bloku ( PR ) musí zajistit uvolnění požadované regulační zálohy ( RZPR ) do **30 sekund** od okamžiku vzniku odchylky frekvence. Maximální rezervovaná velikost ( RZPR ) na bloku je uvolňována při změně kmitočtu o **200 mHz** od zadané hodnoty ( platí pro bloky do 300 MW ) a pro bloky nad 300 MW se uvažuje s uvolněním maximální rezervované velikosti ( RZPR ) při změně kmitočtu o **100 mHz** od zadané hodnoty. Z důvodu omezení vlivu výpadků bloků poskytujících tuto PpS na souhrnnou zálohu, je stanovena maximální velikost vykupované ( RZPR ) od jednoho bloku **10 MW**. Minimální velikost ( RZPR ) poskytovaná na jednom bloku je **3 MW**, přičemž platí:

$$RZPR = \frac{1}{2} RRPR$$

#### 4.5.2 Sekundární regulace P bloku (SR)

Sekundární regulace P bloku ( SR ) je proces změny hodnoty výkonu regulovaného elektrárenského bloku, tak jak je požadováno sekundárním regulátorem frekvence a salda předávaných výkonů. Využitím regulační zálohy ( RZSR ) je dáno algoritmem sekundárního regulátoru Dispečinku ČEPS. Poskytovatel PpS sekundární regulace P bloku ( SR ) musí velikost regulační zálohy ( RZSR ) bloku realizovat určenou rychlostí nejpozději **do 10 minut** od požadavku, minimální rychlost změny ( RZSR ) bloku je **2 MW/min**. Minimální velikost ( RZSR ) poskytovaná na jednom bloku je **10 MW**, přičemž platí:

$$RZSR = \frac{1}{2} RRSR$$

#### 4.5.3 Terciární regulace P bloku (TR)

Terciární ( točivá ) regulace P bloku spočívá ve změně výkonu bloku na základě požadavku vyslaného na elektrárnu technickým zařízením Dispečinku ČEPS. Pro snižování výkonu využíváme zálohu označenou ( RZTR- ). Pro zvyšování výkonu využíváme zálohu označenou ( RZTR+ ).

Poskytovatel PpS terciární regulace P bloku ( TR ) musí celou velikost regulační zálohy realizovat nejpozději **do 30 minut** od požadavku. Minimální velikost vykupované ( RZTR+ nebo RZTR - ) pro blok připojený k regulátoru ČEPS je **10 MW**, přičemž platí:

$$RZTR- = RRTTR-; RZTR+ = RRTTR+$$

**Minimální** rychlost změny výkonu je **2 MW/min**. Maximální velikost poskytované (TR) na jednom bloku nesmí překročit **100 MW**.

#### 4.6 Povinnosti poskytovatelů (PpS)

Poskytovatel (PpS) musí mít k rozhodnému termínu (viz odst. 3.1.4) stanovenému ČEPS:

- platnou a účinnou „Dohodu o přistoupení k všeobecným obchodním podmínkám nákupu a poskytování podpůrných služeb v letech 2008 až 2010“ ( dále jen Dohoda (PpS)),
- platný certifikát pro poskytování (PpS),
- souhlas držitele licence na distribuci s poskytováním (PpS) v případě, že se jedná o zdroj vyvedený do DS(příloha č. 3 Dohody (PpS)),
- zavedeno užívání elektronického podpisu a certifikátů, v souladu s Dohodou (PpS),
- připojení do ŘS ČEPS a „Protokol o úspěšném provedení zkoušek bod-bod a funkčních testů“.

#### **4.7 Podmínky pro nové zájemce o poskytování (PpS)**

Zájemce o poskytování (PpS) předá ČEPS žádost, ve které informuje ČEPS o svém záměru stát se poskytovatelem (PpS). Spolu s touto žádostí předá poskytovatel dokumenty dokládající historii společnosti (výpis z obchodního rejstříku, výroční zprávy za tři roky atd.). Na základě této žádosti stanoví ČEPS termín jednání spolu se seznamem technických údajů zařízení žadatele potřebných k jednání včetně požadavků na zpracování „Studie provozních možností výroby poskytovat (PpS)“ a případně „Studie možných konfigurací a variant fiktivního bloku“. ČEPS musí navrhnout datum jednání do 30 dnů od obdržení žádosti. Na jednání předloží žadatel požadované údaje. ČEPS informuje žadatele o základních požadavcích na poskytovatele podpůrných služeb, včetně používané technologie elektronické komunikace.

Zápisem z tohoto jednání se stanoví závazný časový harmonogram dalších kroků v tomto pořadí:

- 1. Protokol o provedení zkoušky „bod-bod“ a funkčních testů**
- 2. Předat certifikát bloku pro nabízenou (PpS)**
- 3. Podepsání Dohody (PpS)**
- 4. Přístup do ePortálu Damas**

#### **4.8 Cíle nákupu (PpS)**

ČEPS sleduje při nákupu (PpS) cíle v následujícím pořadí:

- zajištění kvality a spolehlivosti na úrovni PS v reálném čase a v souladu se standardy UCTE
- minimalizace nákladů na zajišťování (PpS)
- optimalizace nákladů účastníků trhu spojených s vyrovnáním odchylek

#### **4.9 Zveřejňované informace o obchodu s (PpS)**

Informace zveřejňuje ČEPS na internetové adrese [www.ceps.cz](http://www.ceps.cz), případně na obchodním serveru <http://market.ceps.cz/>. ČEPS zveřejňuje následující údaje týkající se obchodování s (PpS) :

- statistiku nakoupených (PpS),
- seznam poskytovatelů kvalifikovaných pro každou (PpS),
- podíl jednotlivých poskytovatelů na DT (PpS),
- potřebu jednotlivých (PpS) na rok dopředu a její další zpřesňování v čase,
- cenu na DT (PpS) pro každou obchodní hodinu a každou službu,
- cenu regulační energie z nakoupených (PpS)

## 5. CERTIFIKACE ( PpS )

Metodika certifikačních měření jednotlivých podpůrných služeb ( PpS ) popisující způsob a podmínky provádění měření, technické hodnoty uváděné v Certifikátu ( PpS ) a ve Zprávě o měření ( PpS ), kvalitativní parametry ( Pps ), podmínky splnění těchto kvalitativních parametrů, postup vyhodnocení údajů naměřených v rámci certifikačního měření atd.. Součástí metodiky certifikačních měření ( PpS ) jsou i Certifikáty ( PpS ) a obsahová náplň Zprávy o měření ( PpS ). Jedná se o výstupní dokumenty certifikačního měření, které obsahují soubor měřených a vyhodnocovaných parametrů konkrétní ( PpS ).

**Na základě těchto certifikátů a zprávy o měření může být uzavřena smlouva mezi Žadatelem a ČEPS, a.s. o poskytování dané ( PpS ). Po uzavření této smlouvy se Žadatel stává Poskytovatelem dané ( PpS ).**

**Jednotlivými subjekty vcházejícími do procesu certifikace se rozumí:**

**Žadatel o poskytování ( PpS )**

- elektrárna, blok elektrárny, teplárna, atd. potenciálně Poskytovatel dané ( PpS )

**Certifikátor**

- představuje příslušnou organizaci, která má od ČEPS udělenou autorizaci pro provádění certifikačního měření ( PpS )

**ČEPS, a.s.**

- Provozovatel Přenosové soustavy ( PS )

Žadatel o poskytování (PpS) uzavírá smlouvu o provedení certifikace (PpS) s příslušnou autorizovanou certifikační organizací (Certifikátor). Jedná se o smluvní vztah pouze mezi těmito organizacemi, do kterého ČEPS, a.s. nezasahuje. Ve výjimečných případech, je uzavření smlouvy mezi ČEPS, a.s. a Certifikátorem. Žadatel o poskytování (PpS) předkládá protokoly (Certifikát a Zpráva o měření) ve dvou písemných vyhotoveních, Technickou zprávu o výsledcích certifikačního měření v jednom výtisku a současně tuto dokumentaci (protokoly, Technickou zprávu) a datové soubory na elektronickém médiu společnosti ČEPS, a.s., nejpozději patnáct pracovních dní před možným zařazením bloku do poskytování PpS (platí i pro opakovanou certifikaci). Technická zpráva o výsledcích certifikačního měření představuje podrobnější záznam výsledků měření. **Na základě těchto certifikátů a zprávy o měření může být uzavřena smlouva mezi Žadatelem a ČEPS, a.s. o poskytování dané ( PpS ). Po uzavření této smlouvy se Žadatel stává Poskytovatelem dané ( PpS ).** Pokud

ČEPS,a.s., neschválí doklady předložené Žadatelem, sdělí Žadateli důvody a až do předložení opravených dokladů nemůže Žadatel tento blok nabízet pro poskytování (PpS).

Certifikace schopnosti zařízení poskytovat ( PpS ) se provádí u všech zařízení elektrárny Třebovice nejpozději od data předchozího certifikačního měření v časovém intervalu 4 roky ( PR, SR, TR ).

Tab. 1 - Časový interval certifikace zařízení podle nabízené (PpS)

( PpS )	Časový interval certifikace
( PR, SR, TR )	4 roky

Na elektrárnách vyvedených do PS, které mají stejný typ bloku, bude jako splněná podmínka certifikace chápána certifikace (OP) pouze na polovině těchto bloků.

Certifikaci podléhají rovněž bloky (fiktivní bloky) po změnách parametrů zařízení, které mohou ovlivnit kvalitu poskytování (PpS) a po opravách, rekonstrukcích a výměnách technologického zařízení, které mají dopad na kvalitu poskytování (PpS). Při neplnění smluvních závazků definovaných ve smlouvě o poskytování (PpS), nekvalitou poskytování (PpS) nebo při vážných pochybnostech o schopnosti poskytovat (PpS) ve smluvené kvalitě vyzve ČEPS, a.s. Poskytovatele (PpS), aby provedl opětné certifikační měření. Bližší podrobnosti řeší vlastní smlouva mezi ČEPS, a.s. a Poskytovatelem (PpS). Provozovatelé elektrárenských bloků pracujících do distribuční sítě 110 kV a 22kV a majících zájem o poskytování (PpS) musí při podpisu smlouvy s ČEPS, a.s. o poskytování (PpS) předložit současně s certifikátem a zprávou rovněž smlouvu o přenosu výkonu s provozovatelem příslušné distribuční soustavy (DS), která zprostředkovává jeho propojení s přenosovou soustavou (PS).

## 5.1 Autorizace

### 5.1.1 Podmínky udělování autorizací

Provádění certifikačních měření (PpS) je možné pouze na základě autorizace, o jejímž udělení rozhoduje ČEPS, a.s. na základě písemné žádosti. Na udělení autorizace pro provádění certifikačních měření není právní nárok. ČEPS, a.s. uděluje autorizaci na certifikační měření (PpS), prokáže-li žadatel splnění všech tímto dokumentem stanovených podmínek. V opačném případě vyzve žadatele k doplnění žádosti a stanoví termín pro předložení vyžadovaných údajů. Po opětném předložení žádosti rozhodne ČEPS, a.s. s konečnou platností. Při zamítnutí žádosti o autorizaci je možné podat novou žádost po uplynutí 1 roku.

### 5.1.2 Žádost o udělení autorizace

Písemná žádost o udělení autorizace obsahuje:

1. Obchodní firmu fyzické či právnické osoby, trvalý pobyt či sídlo, identifikační číslo, u fyzické osoby dále jméno, příjmení a rodné číslo, pokud bylo přiděleno nebo datum narození; u právnické osoby údaje o jejím statutárním orgánu
2. Požadovanou dobu platnosti autorizace
3. Prokázání kvalifikační, odborné a finanční způsobilosti žadatele podle kapitoly **Kvalifikační způsobilost žadatele, Odborná způsobilost žadatele, Finanční způsobilost žadatele.**
4. Prohlášení žadatele, které potvrzuje, že rozumí požadavkům specifikovaným v Kodexu PS část I a části II. a bude se při vypracovávání certifikačních měření jimi řídit.



### 5.1.3 Zánik autorizace

Autorizace pro provádění certifikačních měření (PpS) zaniká:

1. Uplynutím doby, na kterou byla udělena, pokud nedošlo na základě žádosti držitele autorizace k jejímu prodloužení.
2. U fyzických osob smrtí nebo prohlášením za mrtvého držitele autorizace pro certifikaci (PpS).
3. Prohlášením konkurzu na držitele autorizace nebo zamítnutím návrhu na prohlášení konkurzu na držitele autorizace pro nedostatek majetku.
4. Zánikem právnické osoby, která je držitelem autorizace.
5. Na základě žádosti držitele autorizace o zrušení udělené autorizace.
6. Rozhodnutím ČEPS, a.s. o odnětí autorizace pro závažná profesní pochybení podmínek pro udělení této autorizace včetně vstupu držitele autorizace do likvidace.

### 5.2 Požadavky ČEPS, a.s. na Poskytovatele PpS

Certifikovaná PpS (PR) musí mít následující vlastnosti:

1. Zapínání a vypínání (PR) z místa obsluhy bloku,
2. Signalizace chodu (PR) na Dispečink ČEPS,
3. Nastavování statiky  $S$  [%] plynule nebo po krocích maximálně 1% (doporučuje se možnost nastavování po 0.1%) v rozmezí 4-12%, u bloků nad 300 MW v rozmezí 4-25%.
4. Nastavování hodnoty  $RRPR$  [MW nebo %  $P_n$ ] v intervalu  $\pm 3$  až  $\pm 15$  [MW],
5. Nastavování žádané hodnoty frekvence  $f_{zad}$  [Hz] v rozmezí 49.95 – 50.05 Hz, plynule nebo po krocích maximálně 10 mHz,
6. Nastavování pásma necitlivosti frekvence korektoru frekvence -  $Necf$  [mHz] plynule nebo po krocích maximálně 5 mHz v rozmezí 0 – 30 mHz.

Test (PR) na FB jako celku se neprovádí. (PR) je záležitostí jednotlivých TG a měření jsou prováděna pro každý TG samostatně.

### 5.3 Požadavky ČEPS, a.s. na Poskytovatele PpS

Certifikovaná PpS (SR) musí mít následující vlastnosti:

1. Zapínání a vypínání SR z místa obsluhy,
2. Signalizace chodu SR na Dispečink ČEPS,
3. Nastavování rychlosti změny činného výkonu bloku  $cSR$  [MW/min], minimální velikost rychlosti  $cSR_{min}=2$  MW/min,
4.  $cSR$  nastavená v ŘS bloku pro provoz v PpS musí být nejméně o 5% větší než  $cSR$  certifikovaná a nahlášená do ŘS ČEPS.
5. Nastavování mezi jednotlivých regulačních rozsahů sekundární regulace  $RRSR_i$ ; minimální velikost  $RRSR_{pmin}=20$  MW, tj.  $\pm 10$  MW.
6. Automatický přenos všech vyjmenovaných hodnot dle kapitoly I.8 Kodexu PS z TE do ŘS provozovatele PS.

#### 5.4 Požadavky ČEPS, a.s. na Poskytovatele (PpS)

Certifikovaná (PpS) (TR) musí mít následující vlastnosti:

1. Minimální velikost rychlosti změny činného výkonu směrem nahoru  $cTR+min=2$  MW/min, a směrem dolů  $cTR-min=2$  MW/min,
2. CTR nastavená v ŘS bloku pro provoz v (PpS) musí být nejméně o 5% větší než cTR certifikovaná a nahlášená do ŘS ČEPS.

### 6. Měření (PpS) Terciární regulace P bloku (TR)

Tab. 2 – Test ověřování kvality PpS



#### 6.1 Princip testu (TR)-ΔP

Dynamické chování bloku se ověřuje pomocí simulovaných změn zadávaného činného výkonu. V terminálu elektrárny (TE) nebo na vhodném místě řídicího systému (ŘS) bloku, **co nejblíže vstupu signálu od ČEPS**, se zavede simulovaný testovací signál zadávaného činného výkonu. Skokové změny testovacího signálu jsou upraveny v ŘS bloku nebo TE omezovačem rychlosti zatěžování na lichoběžníkový průběh. Porovnáním testovacího signálu a skutečného činného výkonu bloku se zjistí, zda má blok dostatečnou dynamiku, tj. zda skutečný trend změny činného výkonu odpovídá certifikované hodnotě.

certifikaci (PpS).

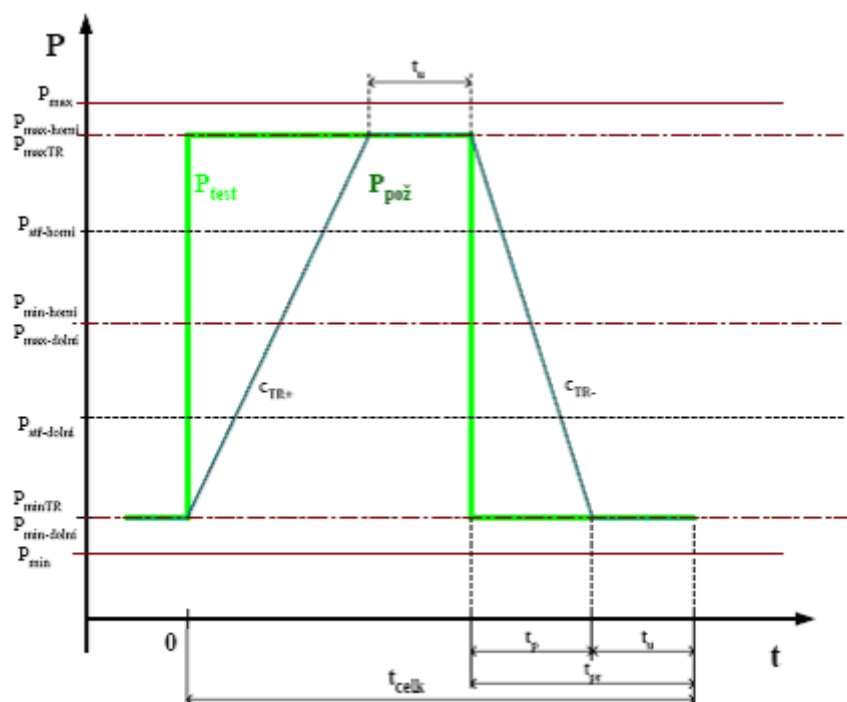
#### 6.2 Vlastní měření

Při měření se na vhodném místě zavádí simulovaný testovací signál *Ptest*. Toto místo je zvoleno tak, aby vstup simulovaného signálu pokud možno odpovídal vstupu signálu z centrálního regulátoru ČEPS, t.j. do TE. Při volbě tohoto místa jsou do ověření zahrnuty všechny části v řetězci regulace výkonu patřící k certifikovanému zařízení. Není-li možno zajistit testovací signál pro certifikaci bloku v TE, vyhodnotí Certifikátor zpoždění mezi TE a místem zavedení signálu. Počet měření je roven počtu certifikovaných variant velikostí  $TR+$  a  $TR-$  a provádí se pro každou variantu zvlášť. Měření je zahájeno po ustálení na výchozí hladině při normálním provozu bloku. Kromě vyjmutí bloku z dispečerského řízení se žádná zvláštní provozní opatření neprovádějí. Doba měření vyplývá z časové konstrukce průběhu testu.

#### Konstrukce testovacího signálu *Ptest*

Průběh testovacího signálu byl konstruován tak, aby bylo vždy pro danou variantu prověřeno dynamické chování bloku v celém rozsahu (TR) a zejména v krajních mezích tohoto rozsahu. Testovací signál *Ptest* pro TEST (TR)-ΔP je tvořen skokovými změnami. Omezovač trendu z nich vytváří lichoběžníkový signál požadovaného činného výkonu *Ppož*. Po provedení každé skokové změny *Ptest* následuje vždy doba prodlevy *tpr*, která je součtem doby na přechod činného výkonu z

výchozí na danou hladinu  $tp$  a doby ustálení činného výkonu na dané hladině  $tu$ . Velikost doby  $tu$  je konstantní pro všechny skoky testu a činí **30 min**.



Obr. 6 – Tvar testovacího signálu při zkoušce z výkonu hladiny  $P_{min\ TR}$

Test (TR) je možno provádět z výkonové hladiny  $P_{min\ TR}$  na  $P_{max\ TR}$  a zpět (viz Obr. č. 16) nebo z výkonové hladiny  $P_{max\ TR}$  na  $P_{min\ TR}$  a zpět (symetricky otočený testovací signál kolem středu rozsahu (TR)).

## 7. Legislativní rámec

Pro energetiku jsou v současné době platné 2 zákony. V roce 2000 byl přijat Zákon č. 458/2000 Sb., který byl v roce 2009 novelizován Zákonem č. 314/2009 Sb., a zároveň Zákon č. 406/2006 Sb..

- **Zákon č. 458/2000 Sb.**, o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (**ENERGETICKÝ ZÁKON**)
- **Zákon č. 314/2009 Sb.**, úplné znění zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), jak vyplývá z pozdějších změn. V § 23 je specifikováno, jak nabízet a poskytovat podpůrné služby k zajištění provozu elektrizační soustavy za podmínek, které podrobně analyzuji v kapitole 4 – Podpůrné služby ( PpS ).
- **Zákon č. 406/2006 Sb.**, úplné znění zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, jak vyplývá z pozdějších změn [13]

### **Vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu ČR**

- **Vyhláška č. 218/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví podrobnosti měření elektřiny a předávání technických údajů
- **Vyhláška č. 450/2003 Sb.**, kterou se mění vyhláška č. 218/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti měření elektřiny a předávání technických údajů
- **Vyhláška č. 326/2005 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se mění vyhláška č. 218/2001 Sb., kterou se stanoví podrobnosti měření elektřiny a předávání technických údajů, ve znění vyhlášky č. 450/2003 Sb.
- **Vyhláška č. 219/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu o postupu v případě hrozícího nebo stávajícího stavu nouze v elektroenergetice
- **Vyhláška č. 220/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu o dispečerském řádu elektrizační soustavy České republiky
- **Vyhláška č. 221/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu o podrobnostech udělování státní autorizace na výstavbu přímého vedení
- **Vyhláška č. 222/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu o podrobnostech udělování státní autorizace na výstavbu výroby elektřiny
- **Vyhláška č. 478/2006 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, o způsobu výpočtu škody vzniklé držiteli licence neoprávněným odběrem tepla
- **Vyhláška č. 477/2006 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, o stanovení způsobu rozdělení nákladů za dodávku tepelné energie při společném měření množství odebrané tepelné energie na přípravu teplé užitkové vody
- **Vyhláška č. 225/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví postup při vzniku a odstraňování stavu nouze v teplárenství
- **Vyhláška č. 226/2001 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu o podrobnostech udělování státní autorizace na výstavbu zdrojů tepelné energie
- **Vyhláška č. 344/2009 Sb.** Ministerstva průmyslu a obchodu, o podrobnostech způsobu určení elektřiny z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla založené na poptávce po užitečném teple a určení elektřiny z druhotných energetických zdrojů
- **Vyhláška č. 372/2001 Sb.** Ministerstva pro místní rozvoj, kterou se stanoví pravidla pro rozúčtování nákladů na tepelnou energii na vytápění a nákladů na poskytování teplé užitkové vody mezi konečné spotřebitele [13]

## **8. Ekonomické vyhodnocení pro nabídku podpůrných služeb**

ČEPS a.s. provedl výběrové řízení na poskytovatele PpS na rok 2008, 2009, 2010, kterého se zúčastnila ( jako jeden z poskytovatelů PpS ) i Dalkia Česká republika, a.s.. Pro společnost ČEPS vypracovala cenové podmínky, které je ochotna akceptovat. Jelikož oběma společnostmi podmínky vyhovovaly, došlo mezi oběma subjekty k podepsání spolupráce.

**8.1 Primární regulaci nám platí pouze za výkon** - když poskytujeme např. primární regulaci 3 MW a ČEPS využívá jenom 1 MW, platí nám stejně 3 MW.

**8.2 Sekundární regulace je placena dvojnásobem:**

- **pausaálně** – cena byla nasmlouvána při výběrovém řízení

- **pohyblivá složka** - její cenu dodává operátor trhu energie a vypočítává se zpětně každou hodinu, např. mezi 13 až 14 hodinou byla sekundární regulace 5 MW nad bazovým bodem ( silová elektřina minus vlastní spotřeba energie elektrárny ). Na tuto hodinu Operátor trhu

s elektřinou, a.s. ( OTE ) vypsal částku 3000,- Kč, tzn. Že dodavateli PpS bylo zapláceno 5x 3000,- Kč ( tj. pohyblivá složka )

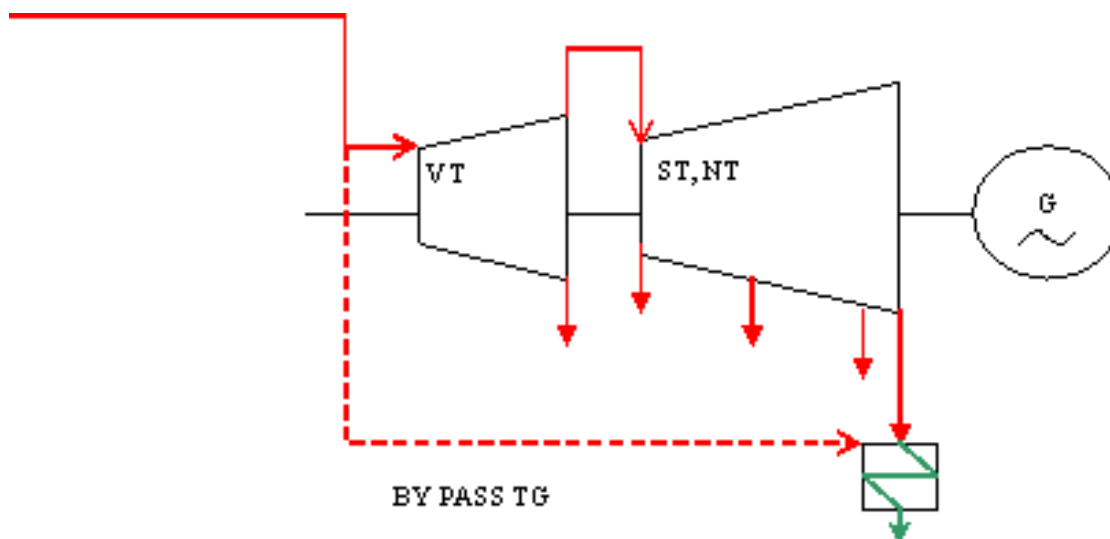
### 8.3 Terciární regulace kladná i záporná je placena také dvojím způsobem:

- **paušálně** – cena byla nasmlouvána při výběrovém řízení
- **při aktivaci** – pohyblivá složka, která je odvozena od výše zvoleného CTZ ( cena točivé zálohy, čtyřmístné číslo od 1 do 9999 ), např. čím větší CTZ, tím větší částka za cenu dodané MW

Nejlépe placenou službou je Sekundární regulace ( SR ), následuje Primární regulace ( PR ) a poslední místo zaujímá Terciární regulace kladná, a pak záporná ( TR ). Cenu za silovou elektřinu stanovuje Dalkia podle ceny na trhu, největším odběratelem je ČEZ, a.s. a také CZECH – KARBON, s.r.o..

Ekonomické vyhodnocení pro nabídku podpůrných služeb nejsem schopen finančně zhodnotit, jelikož jsou tajné ceny paliva, výkup silové elektřiny a také podpůrných služeb. Proto se pokusím uvést možné příklady ETB bez podpůrných služeb.

ETB má možnost vyrábět 180 MW silové elektřiny. Po úspěšné certifikaci začala nabízet 69 MW v síle a 111 MW ve službách PR, SR, TR+-. Tímto krokem zefektivnila výrobu a pro ETB se stalo nabízení zmiňovaných služeb ekonomicky zajímavé. V roce 2007 zaměstnanci podali zlepšovací návrh, který spočíval v tom, že by mohla ETB nabízet ještě dalších 10 MW ve službách. Jak toho bylo dosaženo? Abychom mohli snížit výkon o 10 MW v síle dostali bychom se mimo oblast schopnosti regulace našich šesti parních kotlů. Jelikož nemůžeme páru pro 10 MW jednoduše foukat na střechu bylo nutné nalézt technicky lepší řešení. Toto se podařilo našim technikům tím, že navrhli By Pass pro naše dvě turbíny TG 15, 16.



Obr. 7 - By Pass TG 15, 16 ETB

Jedná se o obtok, kde admisní pára nejde na vstup do turbíny, ale přímo do kondenzátoru. Jedná se o množství 0 – 50 t/h. Důvodem pro použití bypassových stanic je tedy rozšíření regulačního pásma regulace výkonu ( od 22 až do 72 MW ) v poskytování podpůrných služeb pro ČEPS. To, že můžeme nabízet o 10 MW v PpS zvýšilo efektivitu a mělo výrazný ekonomický efekt, neboť i když tato služba je nabízena a není využita, je finančně ohodnocena. By Pass je využíván především v letních měsících. Jelikož ETB pracuje na bázi kogenerace – společné výroby elektřiny a tepla a v letním období netopí pro jednotlivé lokality ( Poruba, Jižní město ), je pro toto období charakteristický na turbínách kondenzační provoz. V létě je vyšší potřeba při nižších výkonech nepotřebnou páru poslat obtokem do kondenzátoru.

Tab. 3 - Regulační rozsah PpS v ETB

	TG 15	TG 16	TG 33
PR	3 MW	3 MW	3 MW
SR	50 MW	50 MW	18 MW
TR + -	50 MW	50 MW	18 MW

## 9. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vysvětlení problematiky podpůrných služeb a představení technických podmínek Elektrárny Třebovice. Jelikož jsem zaměstnancem této Elektrárny od r. 1992, osobně se mně tato problematika dotýká. Představil jsem historii Elektrárny od jejích prvopočátků až do současnosti, její technické vybavení, parametry, přiblížil druhy podpůrných služeb, vysvětlil jejich vznik a využití. Snažil jsem se o popsání kroků, kdo a jak se může stát poskytovatelem PpS a zároveň, jaké dokumenty a legislativa jsou k tomu nutné.

Novodobý vývoj je směřován na další zvýšení kombinované výroby tepla a elektřiny s plným využitím zařízení kotelny, rekonstruovaného z hlediska ekologie. V současné době je elektrárna vybavena třemi benzonovými kotli K 3, 4, 5, třemi tavnými kotli K 12, 13, 14, turbogenerátorem TG 33. Nově jsou postaveny turbíny TG15 a TG16 o výkonu 72 MW.

Z hlediska dalšího vývoje technického vybavení Elektrárny Třebovice dojde během několika let ke zrušení zastaralého turbogenerátoru TG 33 a pravděpodobně nahrazení generátorem novým. Podmínkou však ale bude výstavba nového kotle, což bude mít za důsledek zvýšení regulačního rozsahu podpůrných služeb. Tato investice bude velice nákladná, ale díky výhodným finančním podmínkám za PpS nebude návratnost dlouhá.

PpS jsou důležitou součástí Elektrárny Třebovice a splňují důležitou funkci k dosažení stabilnějších hodnot frekvence v síti, zabezpečují lepší pokrytí silové elektřiny v dobách výpadku elektráren a

tepláren a neméně důležité vyšší finanční ohodnocení za poskytované služby. Proto si můžeme dovolit nabízet kvalitnější služby pro koncového zákazníka.

Jelikož ETB je bohužel zatím jedna z mála elektráren, které PpS poskytují, vidím v nich velkou budoucnost i pro elektrárny ostatní.


## **10. Seznam použité literatury**

- [1] Hub F, Kružík J : Moravskoslezské teplárny - 100 let služeb veřejnosti
- [2] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/03.04
- [3] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/03.06
- [4] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/03.08
- [5] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/03.09
- [6] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/04.01
- [7] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/04.14
- [8] Místní provozní a pracovní předpis – 4.9/04.29
- [9] <http://www.ceps.cz/>
- [10] Kodex přenosové soustavy – část 1
- [11] Kodex přenosové soustavy – část 2
- [12] <http://www.mpo.cz/>
- [13] <http://www.ote-cr.cz>

## 11. Seznam příloh

Příloha č. I – Certifikát ( TR )

## Certifikát (TR)

CERTIFIKÁT TR					
<b>ŽADATEL O POSKYTOVÁNÍ PPS:</b>					
Společnost: <input style="width: 150px;" type="text"/>		Kontaktní osoba: <input style="width: 150px;" type="text"/>			
Sídlo: <input style="width: 150px;" type="text"/>		Kontakt: <input style="width: 150px;" type="text"/>			
<b>CERTIFIKÁTOR:</b>					
Společnost: <input style="width: 150px;" type="text"/>		Kontaktní osoba: <input style="width: 150px;" type="text"/>			
Sídlo: <input style="width: 150px;" type="text"/>		Kontakt: <input style="width: 150px;" type="text"/>			
<b>CERTIFIKOVANÁ VÝROBNA:</b>					
Výrobna: <input style="width: 100px;" type="text"/>		Číslo bloku: <input style="width: 100px;" type="text"/>		Typ <sup>1)</sup> : <input style="width: 100px;" type="text"/>	
Nominální výkon $P_N$ : <input style="width: 100px;" type="text"/> MW		Minimální výkon $P_{min}$ : <input style="width: 100px;" type="text"/> MW			
<b>CERTIFIKAČNÍ MĚŘENÍ:</b>					
Vyhovuje požadavkům na TR stanoveným v Kodexu PS (např. možnost nastavení rychlosti změny výkonu, minimální velikost rychlosti a zátěže, přenos hodnot do ŘS PPS atd.):					ano/ne <input style="width: 50px;" type="text"/>
Vyhovuje testům:					
TEST TR- $\Delta P$ :		ano/ne <input style="width: 50px;" type="text"/>	TEST $\Delta Q$ - TR:		ano/ne <input style="width: 50px;" type="text"/>
Výrobna splňuje podmínky pro poskytování podpůrné služby TR:					ano/ne <input style="width: 50px;" type="text"/>
Datum měření: <input style="width: 100px;" type="text"/>					
<b>CERTIFIKOVANÉ PARAMETRY:</b>					
TR+	<input style="width: 50px;" type="text"/> MW	$\dot{Q}_{min}$	<input style="width: 50px;" type="text"/> MW/min	$P_{maxTR}$	<input style="width: 50px;" type="text"/> MW
TR-	<input style="width: 50px;" type="text"/> MW	$\dot{Q}_{max}$	<input style="width: 50px;" type="text"/> MW/min	$P_{minTR}$	<input style="width: 50px;" type="text"/> MW
<b>ODPOVĚDNÉ OSOBY:</b>					
Za Certifikátora předat:		Datum a podpis: <input style="width: 150px;" type="text"/>			
Za Provozovatele převzat:		Datum a podpis: <input style="width: 150px;" type="text"/>			
Za ČEPS, a.s. převzat:		Datum a podpis: <input style="width: 150px;" type="text"/>			

<sup>1)</sup> označení dle Kodexu B1011



Zpráva o měření SR																					
<b>Strana 1 / 2</b>																					
<b>CERTIFIKOVANÁ VÝROBNA:</b>																					
Výrobna: <input style="width: 100%;" type="text"/>				Číslo bloku: <input style="width: 100%;" type="text"/>																	
<b>POŽADAVKY NA VÝROBNU ŽADATELE</b>																					
1. Zapínání a vypínání SR z místa obsluhy bloku:								ano/ne <input style="width: 50%;" type="text"/>													
2. Signalizace chodu SR na displejích PPS:								ano/ne <input style="width: 50%;" type="text"/>													
3. Nastavování rychlosti $c_{SR}$ [MW/min], minimální velikost rychlosti $c_{SRmin}=2$ MW/min:								ano/ne <input style="width: 50%;" type="text"/>													
4. Nastavování mezí jednotlivých pásem SR ( $P_{min}$ , $P_{max}$ ), $RRSR=20$ MW ( $\pm 10$ MW):								ano/ne <input style="width: 50%;" type="text"/>													
5. Automatický přenos všech vyjmenovaných hodnot z terminálu elektrárny do ŘS PPS:								ano/ne <input style="width: 50%;" type="text"/>													
<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>1 TEST SR-<math>\Delta P</math></b>            Test dynamického chování bloku            při velkých změnách kmitočtu         </div>																					
<b>Měřené veličiny</b>					<b>Poznámky</b>																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>způsob snímání dat</th> <th>přesnost</th> <th><math>T_p</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>P_{pot}</math></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td><math>P_{skut}</math></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>						způsob snímání dat	přesnost	$T_p$	$P_{pot}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	$P_{skut}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>				
	způsob snímání dat	přesnost	$T_p$																		
$P_{pot}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
$P_{skut}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
<b>Testovací signál</b>																					
Obrázek testovacího signálu včetně tabulky číselných údajů pro jeho konstrukci (30%, 70%, 100% $RRSR$ , $t_u$ , $t_p$ , $t_{pr}$ )																					
<b>Parametry testovacího průběhu <math>P_{test}</math></b>																					
	$P_{maxSRp}$ [MW]	$P_{minSRp}$ [MW]	$RRSR_p$ [MW]	$c_{SR}$ [MW/min]	$RRSR$ [MW]		$P_{MIN}$ [MW]	$P_{MAX}$ [MW]	$t_{celk}$ [min]												
$RRSR_{p\ hor}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
						test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
						test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
$RRSR_{p\ dol}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
						test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
						test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
$RRSR_{p\ vr}$	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
						test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												
						test č.	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>												

## Vypočtené hodnoty

	$M$ [MW]	$A$ [MW]	$\sigma$ [MW]	$C_{SRskut1}$ [MW/min]	$C_{SRskut2}$ [MW/min]	$C_{SRskut3}$ [MW/min]	$C_{SRskut4}$ [MW/min]
test č. 1							
test č. 2							
test č. 3							
test č. 4							
test č. 5							
test č. 6							
test č. 7							
test č. 8							
test č. 9							

## Splnění požadavků

		SR-A	SR-B	SR-C	SR-D	SR-E
test č. 1	ano/ne					
test č. 2	ano/ne					
test č. 3	ano/ne					
test č. 4	ano/ne					
test č. 5	ano/ne					
test č. 6	ano/ne					
test č. 7	ano/ne					
test č. 8	ano/ne					
test č. 9	ano/ne					

Přílohu tvoří grafy  $P_{osz} = f(t)$ ,  $P_{skut} = f(t)$ , popř.  $P_{test} = f(t)$ .

## Poznámka k měření

## Závěr Certifikátora

Certifikační měření bylo provedeno podle metodiky popsané v Kodexu část II. Certifikovaný blok splnil/nesplnil <sup>(1)</sup> všechny požadavky Kodexu části I. a II. (aktuálně platné verze v době měření) na poskytování podpůrné služby sekundární regulace P bloku a je/není <sup>(1)</sup> technicky způsobilý k poskytování této služby.

datum

zprávu zpracoval

podpis, razítko

<sup>(1)</sup> nehodící se neuvádějte